

EH 4

Int. Cl. 2:

H 01 C 17/20

⑯

⑯ BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Auslegeschrift 16 65 826

⑯

Aktenzeichen: P 16 65 826.7-34

⑯

7. 12. 66

⑯

Offenlegungstag: 3. 2. 72

⑯

Bekanntmachungstag: 3. 2. 77

⑯

⑯

Unionspriorität:

⑯ ⑯ ⑯

8. 12. 65 Frankreich 41384

⑯

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung einer dünnen Widerstandsschicht auf der Basis von SnO_{2-x}

⑯

Anmelder:

Compagnie Internationale pour l'Informatique,
Les Clayes-sous-Bois (Frankreich)

⑯

Vertreter:

Prinz, E., Dipl.-Ing.; Hauser, G., Dr.rer.nat.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑯

Erfinder:

Dreyfus, Bertrand Alain, Sevres (Frankreich)

⑯

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 9 41 135

FR 14 09 761

DT-PS 8 78 236

FR 14 06 538

DT-PS 7 60 029

FR 13 57 425

DT-AS 12 04 738

US 18 81 345

DT-AS 11 89 629

Holleman - Wiberg: Lehrbuch der Chemie, 1.
T., Anorganische Chemie, Berlin 1947, S. 329

DT-AS 10 93 163

DT-AS 10 67 510

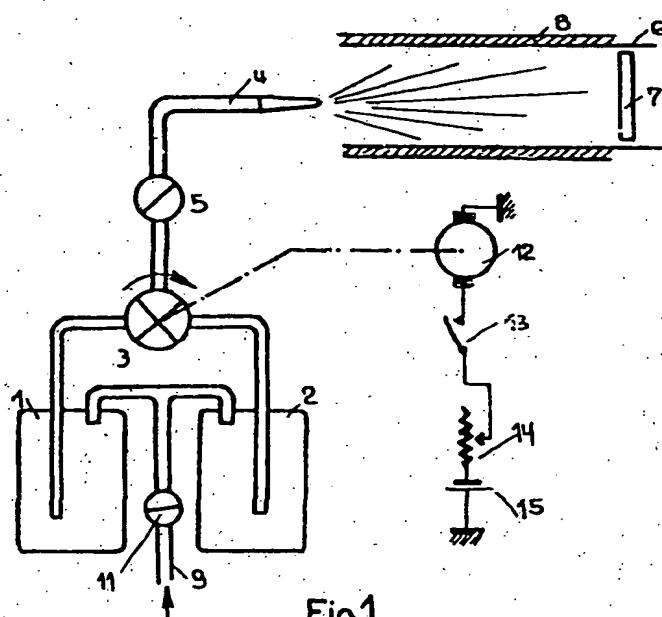


Fig. 1.

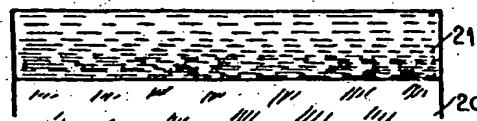


Fig. 2.

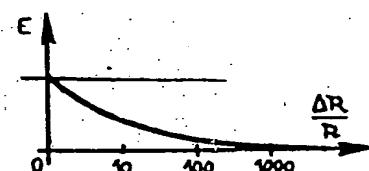


Fig. 3.



Fig. 4.

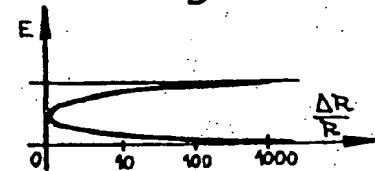


Fig. 5.

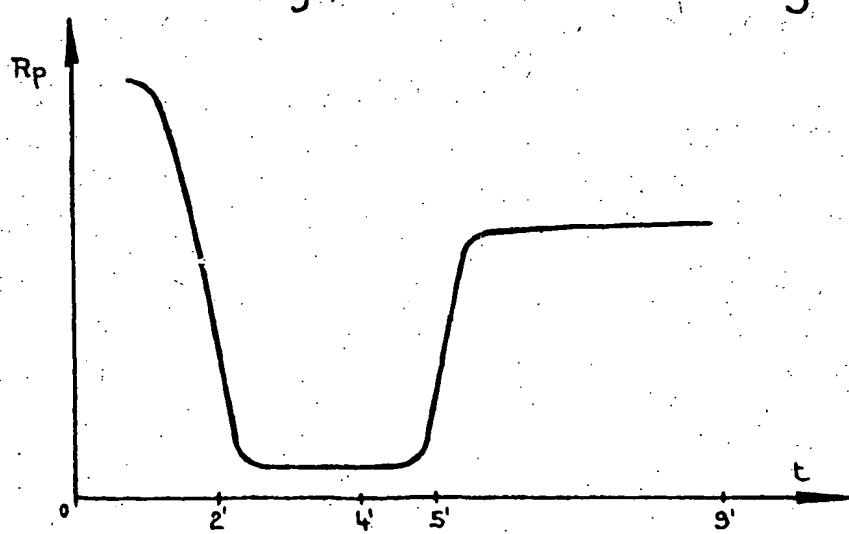


Fig. 6

1 Patentanspruch:

Verfahren zur Herstellung einer dünnen Widerstandsschicht auf der Basis von SnO_{2-x} , mit einem Sauerstoffdefizit x , deren Widerstand sich entsprechend dem Sauerstoffdefizit x über die Dicke der Widerstandsschicht kontinuierlich ändert, bei dem man einen Nebel einer sauren Lösung einer Zinnchloridverbindung auf einem erhitzen Substrat pyrolytisch zersetzt, dadurch gekennzeichnet, daß man zuerst eine erste Lösung herstellt, die neben dem Zinnchlorid noch ein Chlorid eines Dotierungsstoffes sowie ein Oxidationsmittel enthält, dann eine zweite Lösung herstellt, die mit Ausnahme des Gehaltes an dem Oxidationsmittel mit der ersten Lösung identisch ist, und beide Lösungen gleichzeitig unter Bildung eines Nebels in der Weise versprüht, daß man während des Versprühens das Mengenverhältnis zwischen den beiden Lösungen als Funktion der Zeit nach einem vorher festgelegten Programm kontinuierlich in der Weise ändert, daß man zuerst die erste Lösung auf das erhitze Substrat aufsprüht, dieser allmählich eine zunehmende Menge der zweiten Lösung zumischt unter gleichzeitiger Verringerung der Menge der ersten Lösung und gegebenenfalls die beiden Lösungen während des Versprühens in umgekehrter Weise miteinander mischt, bis die Widerstandsschicht die gewünschte Dicke hat.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer dünnen Widerstandsschicht auf der Basis von SnO_{2-x} , mit einem Sauerstoffdefizit x , deren Widerstand sich entsprechend dem Sauerstoffdefizit x über die Dicke der Widerstandsschicht kontinuierlich ändert, bei dem man einen Nebel einer sauren Lösung einer Zinnchloridverbindung auf einem erhitzen Substrat pyrolytisch zersetzt.

Ein derartiges Verfahren ist aus der DT-AS 12 04 738 bekannt.

Dünne Widerstandsschichten aus Zinnoxid, gegebenenfalls im Gemisch mit anderen Metalloxiden, sind bereits bekannt. Derartige dünne Widerstandsschichten werden in der Regel in der Weise hergestellt, daß man wäßrige Lösungen der jeweiligen Metallhalogenide, insbesondere der jeweiligen Metalchloride, auf ein erhitzen Substrat aufsprüht, auf dem sie sich pyrolytisch zersetzen unter Bildung der gewünschten Metalloxidwiderstandsschicht. Die dabei erhaltene Widerstandsschicht weist einen elektrischen Widerstand auf, der sich über die Dicke der Schicht nicht ändert.

Wenn man nun Widerstandsschichten herstellen will, deren elektrischer Widerstand sich über die Dicke der Schicht ändert, geht man in der Regel in der Weise vor, daß man auf das Substrat mehrere Schichten aufbringt, deren elektrischer Widerstand durch Änderung der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Einzelschichten modifiziert werden kann (vgl. in diesem Zusammenhang die deutschen Patentschriften 7 60 029, 8 78 236 und 9 41 135 sowie die deutschen Auslegeschriften 10 67 510, 11 89 629 und 12 04 738). Aus der deutschen Auslegeschrift 10 93 163 ist es ferner bekannt, daß derartige Dünnschichtwiderstände auch durch Aufdampfen der betreffenden Metalle und Metalloxide

auf ein Substrat im Vakuum hergestellt werden können. Insbesondere aus der eingangs genannten deutschen Auslegeschrift 12 04 738 ist ein elektrischer Widerstand mit einem dreiteiligen Schichtaufbau bekannt, bei dem alle drei Schichten pyrolytisch aus Dämpfen auf der Basis von Zinnchloridlösungen hergestellt werden. Dabei sind die vom Substrat aus betrachtet erste und dritte Widerstandsschicht hochohmig, während die zweite, mittlere Schicht als eigentliche Widerstands- schicht dient. Die hochohmigen Widerstandsschichten enthalten neben Zinndioxid einen verhältnismäßig hohen Anteil eines weiteren Metalloxids (Sb_2O_3), während die mittlere Schicht im wesentlichen aus Zinndioxid besteht. Bei diesen bekannten Widerständen mit über die Dicke der Widerstandsschicht veränderlichem elektrischem Widerstand ändert sich jedoch der elektrische Widerstand von einer Schicht zur andern, sprunghaft, während er innerhalb der gleichen Schicht konstant ist. Derartige Widerstände werden hergestellt durch getrenntes Aufsprühen des Materials, das einen hohen Widerstand aufweist, und des Materials, das die eigentliche Widerstandsschicht aufbaut (d. h. des Mischoxids), auf das erhitze Substrat. Damit läßt sich zwar die elektrische Stabilität des Widerstandes als Funktion der Zeit verbessern, ihre großtechnische Reproduzierbarkeit in der Praxis ist jedoch nicht gewährleistet, weil bei der großtechnischen Herstellung Schwankungen in bezug auf die Zusammensetzung der Mischoxide und in bezug auf die Dicken der einzelnen Widerstandsschichten als Folge von Schwankungen der Ausgangslösungen und der Temperatur- und sonstigen Umweltbedingungen auch bei größter Sorgfalt nicht ausgeschlossen werden können. Auch entstehen bei der Herstellung solcher Dünnschichtwiderstände mindestens zum Teil nichtstöchiometrische Metalloxide; was zu unkontrollierbaren Schwankungen in bezug auf den Flächenwiderstand führt.

Aus den französischen Patentschriften 14 06 538 und 14 09 761 ist es nun bekannt, daß diese unerwünschten Eigenschaften mindestens zum Teil dadurch vermieden werden können, daß man den Dünnschichtwiderstand aus einer einheitlichen Substanz, nämlich Zinnoxid, durch pyrolytische Dissoziation eines auf ein heißes Substrat aufgesprühten Nebels aus einer sauren Lösung von Zinnchlorid herstellt. Da dabei ebenfalls ein nichtstöchiometrisches Zinnoxid mit schwankendem Flächenwiderstand entstehen würde, setzt man bei der Herstellung der Zinnoxid-Widerstandsschicht ein Dotierungsmittel aus der Gruppe Aluminium, Indium, Gallium und Bor zu, wobei man der Zinnchloridlösung, die auf das heiße Substrat aufgesprüht wird, ein nichtpyrolyzierbares Oxidationsmittel zur Regulierung des Sauerstoffdefizits des auf dem Substrat entstehenden nichtstöchiometrischen Zinnoxids zusetzt. Dadurch ist es nicht nur möglich, die Reproduzierbarkeit der Widerstandswerte solcher Dünnschichtwiderstände durch Stabilisierung des Sauerstoffdefizits von nichtstöchiometrischem Zinnoxid zu verbessern, sondern damit gelingt es auch, stabile Widerstandswerte über breite Konzentrationsbereiche der Zusätze zu erzielen über einen Widerstandsbereich in der Größenordnung von mehreren Kilohm bis zu mehreren Megaohm. Damit ist es jedoch nicht möglich, dünne Widerstandsschichten auf Basis von Zinnoxid herzustellen, deren Widerstand sich über die Dicke der Widerstandsschicht kontinuierlich ändert.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht nun darin, ein Verfahren der eingangs

genannten Art dahingehend weiterzuentwickeln, daß damit auch stabile, reproduzierbare, dünne Widerstandsschichten auf der Basis von Zinnoxid hergestellt werden können, deren Widerstand sich über die Dicke der Widerstandsschicht kontinuierlich ändert. Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß man zuerst eine erste Lösung herstellt, die neben dem Zinnochlorid noch ein Chlorid eines Dotierungsstoffes sowie ein Oxidationsmittel enthält, dann eine zweite Lösung herstellt, die mit Ausnahme des Gehaltes an dem Oxidationsmittel mit der ersten Lösung identisch ist, und beide Lösungen gleichzeitig unter Bildung eines Nebels in der Weise versprüht, daß man während des Versprühens das Mengenverhältnis zwischen den beiden Lösungen als Funktion der Zeit nach einem vorher festgelegten Programm kontinuierlich in der Weise ändert, daß man zuerst die erste Lösung auf das erhitzte Substrat aufsprüht, dieser allmählich eine zunehmende Menge der zweiten Lösung zumsicht unter gleichzeitiger Verringerung der Menge der ersten Lösung und gegebenenfalls die beiden Lösungen während des Versprühens in umgekehrter Weise miteinander mischt, bis die Widerstandsschicht die gewünschte Dicke hat.

Nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren ist es auf technisch einfache und wirtschaftliche Weise möglich, stabile, reproduzierbare, dünne Widerstandsschichten auf der Basis von Zinnoxid herzustellen, die aus einem einheitlichen Material bestehen und deren Widerstand sich über die Dicke der Widerstandsschicht kontinuierlich ändert, so daß die nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren erhältliche homogene dünne Widerstandsschicht keine Unstetigkeitsstellen in bezug auf ihre Widerstandswerte über die gesamte Dicke der Schicht aufweist. Nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren ist es insbesondere möglich, eine Widerstandsschicht herzustellen, die in dem dem Substrat benachbarten Teil einen hohen elektrischen Widerstand (ein geringes Sauerstoffdefizit) aufweist, was eine elektrische Stabilisierung der Zinnoxidschicht als Funktion der Zeit zur Folge hat (»Verankerungsschicht«), während der freie Teil der Widerstandsschicht einen geringen Widerstand (ein hohes Sauerstoffdefizit) aufweist. Damit können auch Widerstandsschichten hergestellt werden, die einem Dreischichten-Widerstand gemäß der deutschen Auslegeschrift 12 04 738 entsprechen, ohne daß die damit verbundenen unerwünschten Eigenschaften, wie z. B. die mangelhafte Reproduzierbarkeit, in Kauf genommen werden müssen.

Als Oxidationsmittel wird in der erfahrungsgemäß verwendeten ersten Lösung vorzugsweise Zinkoxid verwendet, das den Anteil an freiem Zinn in der erhaltenen Widerstandsschicht herabsetzt, das für das Ansteigen des Widerstandes der Widerstandsschicht verantwortlich ist. Dieses Oxidationsmittel wird in geringen Mengen in der Größenordnung von einigen Milligramm auf 100 g Zinnochlorid der ersten Lösung zugesetzt. Durch geringfügige Änderung der zugegebenen Menge an Oxidationsmittel ist es möglich, das Sauerstoffdefizit von SnO_{2-x} und damit den elektrischen Widerstand der Widerstandsschicht gewünschentlich merklich zu verändern, wobei diese Veränderung des Widerstandswertes durch die gleichzeitig zugegebenen Dotierungsstoffe konstant gehalten wird. Im übrigen darf bezüglich der genauen Herstellung der erfahrungsgemäß eingesetzten Lösungen und ihrer Zusammensetzungen auf die beiden bereits genannten französischen Patentschriften 14 06 538 und 14 09 761

bzw. die ihnen entsprechenden deutschen Offenlegungsschriften 15 40 420 und 15 40 479 verwiesen werden.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Vorrichtung zur Herstellung von dünnen Widerstandsschichten nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren.

Fig. 2 und 4 Querschnittsansichten von nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren hergestellten Widerstandsschichten auf den zugehörigen Substraten, wobei die Dicke der Schichten zur Verdeutlichung stark übertrieben dargestellt ist.

Fig. 3 und 5 graphische Darstellungen der Änderungen des elektrischen Widerstandes der nach dem erfahrungsgemäßen Verfahren hergestellten Widerstandsschichten der Fig. 2 und 4 in Abhängigkeit von ihrer Dicke und

Fig. 6 eine graphische Darstellung der Änderung des elektrischen Widerstandes der Widerstandsschicht in Abhängigkeit von der Versprühungsdauer bei konstanter Beschickung der Versprühungsvorrichtung.

Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 zeigt zwei Kolben 1 und 2, deren Austrittsstutzen in ein Mischventil 3 münden, dessen Auslaß über ein Mengensteuerventil 5 mit einer Sprühdüse 4 verbunden ist. Die Düse 4 ist vor dem Eintrittsende eines Ofens 6 angeordnet, in dem quer und in einem bestimmten Abstand von der Eintrittsoffnung ein Trägerplättchen 7 angeordnet ist, welches das erhitze Substrat für die pyrolytische Zersetzung darstellt. In der Praxis ist an dieser Stelle ein Träger angeordnet, auf dem man die jeweiligen Substrate für die Herstellung der Dünnschichtwiderstände nacheinander vorübergehend befestigt. Das Plättchen 7 kann in bekannter Weise während der Aufbringung der Widerstandsschicht auf das Substrat gedreht werden. Der Ofentunnel wird vor und um das Plättchen herum beispielsweise durch Heizwiderstände 8 erhitzt, um das Substrat vor dem Aufspühen der Lösungen auf eine vorher festgelegte Temperatur zu bringen. Diese Temperatur kann beispielsweise zwischen 550 und 600°C liegen. Das Erhitzen durch die Widerstände 8 wird so geregelt, daß bei konstanter Leistung der Versprühungsvorrichtung, die durch das Ventil 5 geregelt wird, die Einstellung während der Erzeugung einer Widerstandsschicht praktisch konstant bleibt.

Zur Beschickung der Versprühungsvorrichtung kann man, wie dargestellt, auf die Oberfläche der in dem Kolben enthaltenen Lösungen Druck ausüben; beispielsweise durch Öffnen des Ventils 11, das in einer Leitung 9 eines unter Druck stehenden geeigneten Mediums, wie Luft oder eines neutralen Gases, angeordnet ist, wobei die Leitung 9 gleichzeitig in beide Kolben 1 und 2 mündet.

Der Kolben 1 enthält eine Lösung, die außer dem Zinnochlorid und dem Chlorid des Dotierungsstoffes (z. B. Aluminiumchlorid) noch ein Oxidationsmittel (z. B. Zinkoxid) in destilliertem oder entionisiertem Wasser, gemischt mit Salzsäure enthält. Der Kolben 2 enthält eine Lösung, die mit Ausnahme des Gehaltes an dem Oxidationsmittel mit der Lösung in dem Kolben identisch ist.

Wenn man die Pyrolyse nur mit der Lösung aus dem Kolben 1 durchführt, erhält man eine Widerstandsschicht mit einem hohen elektrischen Flächenwiderstand im Bereich von einigen Hundert Kiloohm. Arbeitet man dagegen nur mit der Lösung aus dem Kolben 2, so erhält man eine Widerstandsschicht mit

einem geringen elektrischen Flächenwiderstand im Bereich von einigen Hundert Ohm, jeweils bezogen auf die Flächeneinheit. Wenn man von der Lösung des Kolbens 1 zu der Lösung des Kolbens 2 übergeht, ändert sich somit der elektrische Widerstand der Widerstandsschicht um den Faktor 10³.

Bei der praktischen Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geht man so vor, daß man das stöchiometrische Sauerstoffdefizit x von SnO_{2-x} durch entsprechende Steuerung der Dosierung der beiden zu versprühenden Lösungen in den Kolben 1 und 2 während der Versprühung nach einem vorher festgelegten Programm variiert. Wenn die gewünschte Widerstandsschicht auf dem Substrat zugewandten Seite einen hohen elektrischen Widerstand aufweisen soll und wenn dieser Widerstandswert mit zunehmender Schichtdicke kontinuierlich abnehmen soll, um gegebenenfalls nach Beendigung des Aufsprühens wieder auf einen hohen Widerstandswert zurückzukehren, bringt man zunächst das Mischventil 3 in eine solche Stellung, daß nur die in dem Kolben 1 enthaltene Lösung auf das heiße Substrat aufgesprührt wird. Dann wird dieser Mischer beispielsweise in Pfeilrichtung so gedreht, daß eine immer größer werdende Menge der in dem Kolben 2 enthaltenen Lösung mit einer immer kleiner werdenden Menge der in dem Kolben 1 enthaltenen Lösung in der Versprühungsvorrichtung gemischt wird. Auf diese Weise erhält man nach dem Aufbringen der Widerstandsschicht eine Schichtstruktur, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Diese zeigt zeichnerisch die Abnahme des Widerstandswertes in der Schicht 21 mit zunehmender Entfernung von der Oberfläche des Substrats. Das Profil der Änderung des Widerstandswertes der Widerstandsschicht in Abhängigkeit von der Dicke E ist in Fig. 3 graphisch dargestellt, wobei die Änderung $\Delta R/R$ auf der Abszisse und die Dicke E der Widerstandsschicht auf der Ordinate aufgetragen sind.

Zur Herstellung einer Widerstandsschicht 22 mit einer Widerständerverteilung, wie sie in Fig. 4 dargestellt ist, kann man auch in der Weise verfahren, daß man in der Versprühungsvorrichtung der aus dem Kolben 1 stammenden Lösung, deren Menge immer kleiner wird, eine ständig größer werdende Menge der aus dem Kolben 2 stammenden Lösung zumischt und anschließend diesen Mischvorgang umkehrt, d. h. einer ständig abnehmenden Menge der aus dem Kolben 2 stammenden Lösung eine ständig größer werdende Menge der aus dem Kolben 1 stammenden Lösung zumischt. Auf diese Weise erhält man eine Widerstandsschicht, deren Profil der relativen Widerstandswertänderung $\Delta R/R$ in Abhängigkeit von der Dicke E der Widerstandsschicht in der Fig. 5 graphisch dargestellt ist.

Die für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erforderlichen Änderungen der Mischungsverhältnisse lassen sich leicht mittels eines Mischer mit Drehschieber erzielen, und bei Handbetrieb kann der Arbeiter den Mischer nach einer in Abhängigkeit von der durch 5 geregelten Abgabe, den bekannten Zusammensetzungen der Lösungen in den Kolben 1 und 2 und der Temperatur des Substrats 7 vorher festgelegten Zeittabelle betätigen, wobei natürlich die Gesamtdauer des Besprühungsvorganges von der gewünschten Gesamtdicke der Widerstandsschicht abhängt. Bei der Massenproduktion ist es jedoch vorteilhafter, den Mischer über einen Motor, wie er beispielsweise bei 12 dargestellt ist, zu betätigen, wobei dieser Motor in Gang gesetzt wird durch Schließen des

Unterbrechers 13, wonach der Motor beispielsweise durch die bei 15 dargestellte Batterie gespeist wird. Ein Rheostat 14 ermöglicht die Einstellung der Drehzahl des Motors. Der Unterbrecher 13 kann mechanisch mit dem Ventil 11 kraftschlüssig verbunden sein, so daß die manuelle Betätigung dann eine Schließung des Unterbrechers und gegebenenfalls eine Öffnung bewirkt. Man kann beispielsweise auch die automatische Schließung durch Verzögerung oder durch ein durch den Motor selbst angetriebenes Element bewirken. Die Welle des Motors bewirkt die Drehung des Schiebers des Mischventils 3. Das Arbeitsprogramm kann auch durch die Abschnitte des Schiebers oder auf einem Element angezeigt werden, welche die Drehung des Motors 12 oder des Mischventils 3 über die Welle des Motors 12 programmiert, beispielsweise durch Mitnahme durch profilierte Nocken. Derartige Steuerungen sind im Maschinenbau üblich.

Das Programm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann wie folgt ablaufen: zu Beginn wird allein die in dem Kolben 1 enthaltene Lösung versprührt, damit sich auf dem Substrat ein hochohmiger homogener Niederschlag bildet, der die Oberfläche des Substrats vollständig bedeckt. Dann wird durch Betätigung des Mischventils 3 fortschreitend die Lösung aus dem Kolben 1 durch die Lösung aus dem Kolben 2 ersetzt, die eine vorgegebene Zeitspanne lang allein versprührt wird, worauf man entweder das Verfahren einstellt unter Bildung einer Widerstandsschicht gemäß Fig. 2 und 3 oder allmählich zu einer Zerstäubung der Lösung in dem Kolben 1 zurückkehrt unter Bildung einer Widerstandsschicht mit dem in den Fig. 4 und 5 erläuterten Aufbau. Der kontinuierliche Übergang von einer Lösung zur anderen schließt, falls erforderlich, verhältnismäßig schnelle Übergänge nicht aus. Zur Erläuterung ist in der Fig. 6 das Profil der Änderung des Flächenwiderstandes (gemessen in μhm pro Flächeneinheit) in Abhängigkeit von der Zeit $R_p = f(t)$ graphisch dargestellt, wobei in diesem Falle zwei Widerstandsübergänge verhältnismäßig rasch erfolgen. Zur Erzielung eines solchen Widerstandsprofils geht man beispielsweise schon nach 2 Minuten von der Lösung in dem Kolben 1 auf die Lösung in dem Kolben 2 über und kehrt nach der 5. Minute zu einer gleichzeitigen Versprühung der beiden Lösungen in einem vorher festgelegten Verhältnis zueinander zurück.

Im Übrigen ist es bekannt, daß die stöchiometrische Änderung einer durch Pyrolyse erzeugten Oxidschicht weitgehend von der Temperatur des Substrats abhängt. Es liegt jedoch auf der Hand, daß man vorzugsweise die Erhitzung des Substrats weitgehend konstant hält, um so eine gute Reproduzierbarkeit der Widerstandsschichten zu gewährleisten. Wenn daher die Temperatur des Substrats auf den gewünschten Wert eingestellt worden ist und die Beschickung der Versprühungsvorrichtung durch das Ventil 5 geregelt wird, braucht man nur noch die relativen Mengenanteile der Lösungen auf dem Kolben 1 und 2 in der gewünschten Weise zu verändern. Zu Beginn der Versprühung und insbesondere bei einer verhältnismäßig großen Durchsatzmenge der Versprühungsvorrichtung wird jedoch das Substrat mit einer gewissen, auf seine thermische Trägheit zurückzuführenden Verzögerung um einen bestimmten Betrag abgekühlt, bis es durch entsprechende Regelung der Heizung wieder die Temperatur erreicht, die eingehalten werden soll. Dies ist in den meisten Fällen jedoch nicht störend, da bei einer gegebenenfalls auftretenden Temperaturänderung des Substrats b

6

16 65 826

7

8

einem großen Mengendurchsatz in der Versprühungsvorrichtung, die durch die erwähnte thermische Trägheit des Substrats verzögert wird, die Bildung des anfänglichen hochhomogenen Niederschlags verlangsamt wird, während die Rückkehr auf die vorher festgelegte Temperatur durch entsprechende Regulierung der Heizung dann der kontinuierliche Übergang zu einem geringeren Widerstandswert durch Zugabe einer immer größer werdenden Menge der Lösung aus dem Kolben 2 in die Versprühungsvorrichtung verstärkt wird. Man kann natürlich die von der Versprühungsvorrichtung abgegebene Menge auch durch das Ventil 5 regeln, wobei diese Regelung zusammen mit der

Regelung des Mischventils 3 erfolgt, um so die Steuerung der Änderung des Widerstandswertes der Widerstandsschicht während ihrer Ablagerung auf den Substrat »geschmeidig zu machen«. Dies ist in der Regel jedoch nicht erforderlich. Im übrigen darf darauf hingewiesen werden, daß zur Erzielung eines verhältnismäßig starken Temperaturabfalls die von der Versprühungsvorrichtung abgegebene Lösungsmenge auch verhältnismäßig stark geändert werden müßte; sie müßte sich beispielsweise die abgegebene Lösungsmenge in einem Verhältnis von etwa 1 : 5 ändern, um einen vorübergehenden Temperaturabfall des Substrats um etwa 100°C zu bewirken.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen